



ISAAC NEWTON

OBJEV UNIVERZÁLNÍ  
GRAVITACE

1666

## TEĎ UŽ JE TO JEN Z KOPCE

**TŘIADVACETILETÝ** *Isaac Newton si dopřával odpočinku pod jabloní u svého rodného domku ve Woolsthorpe Manor. Na hlavu mu spadlo jablko. Potom, co vykřikl „jau!“, si začal říkat, čím to je, že jablko spadlo z větve přímo dolů, směrem ke středu Země. Podíval se na oblohu na dorůstající měsíc a najednou mu to došlo: ať už jablka k zemi přitahuje cokoli, je to to samé, co má na svědomí obíhání Měsíce kolem Země. A zákon univerzální gravitace byl na světě.*

### ALESPŇ TAK SE TO ŘÍKÁ

Dvě věci víme jistě. Zaprvé, Newton sám říkal, že o povaze gravitační přitažlivosti přemítal, když sledoval, jak ze stromů v zahradě padají jablka. Z druhé, v rodném Woolsthorpu by nepobýval, nebýt

moru, který se v té době šířil Evropou. A kdyby nebyl v zahradě a nepřemítal o jablkách, kdo ví, kudy by se jeho myšlenky ubíraly.

Roku 1665 dokončil Newton studia na Cambridgeské univerzitě a přijel domů, aby si krátce odpočinul. Než se ale mohl ke studiím v Cambridgi vrátit, byla univerzita kvůli Velkému londýnskému moru zavřena. Jak poznamenal sám Newton, „v té době byla má vynalézavost na vrcholu a matematice a filosofii jsem se věnoval více než kdykoli potom“. Místo toho, aby byl obklopen tím čilým akademickým ruchem v Cambridgi, uvízl v tiché, zapadlé vesnici bez jakékoli intelektuální společnosti s vý-

jimkou slunce a jablek, které v sadu padaly na zem. Téměř dva roky nutil mor Newtona obracet svou zvědavost k slunečnímu světlu a jablkům. Jeho postřehy ze sadu změny lidské chápání světa.

Newton měl mimořádný přehled v tolika různých odvětvích, že by se tu nedala ani vyjmenovat. Počin, o který se nejvíce zasloužila náhoda, byl však Newtonův objev gravitačního zákona. Newtonovi předchůdci se domnívali, že nebe a Země jsou dvě různé říše řízené odlišnými zákony. Jenže Newton seděl v okně a viděl, jak jablka padají. Všiml si, že ať je strom jakkoli vysoký, padá jablko vždycky k zemi.

*Rodný dům Isaaka Newtona  
(1642–1727) ve Woolsthorpe  
Manor v hrabství  
Lincolnshire.*



*Newton rozkládá  
světlo pomocí  
hranolu.*



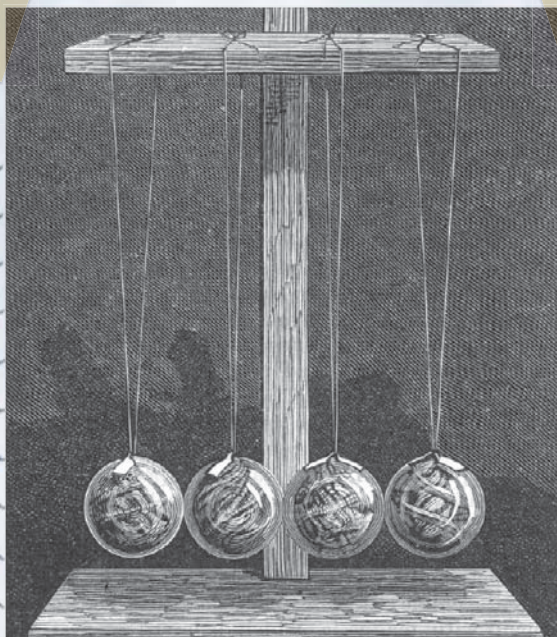
I když je jablň dvakrát, čtyřikrát nebo osmkrát vyšší, dá se vždycky čekat, že jablko bude padat k zemi. Ať je výška stromu jakákoli, hodně bychom se divili, kdyby jablko nepadalo přímo dolů. I kdyby jablň sahala až k Měsíci, bude jablko stále padat přímočaře k zemi... není tedy logické, že ať už jablko k Zemi přitahuje jakákoli síla, přitahuje k ní i Měsíc?

## MATEMATIKA

Jak daleko Měsíc je a jak rychle obíhá kolem Země, lidé věděli už předtím. Věděli také, že Měsíc se z oblohy nehne. Jinými slovy, na začátku hodiny je Měsíc od Země stejně daleko jako na jejím konci.

Newton si dal tyto poznatky dohromady, aby zjistil, jak moc se povrch Země během dané hodiny od Měsíce vzdálí, což se musí rovnat tomu, jak moc se zase Měsíc k Zemi přiblíží. Ukázalo se, že Měsíc je k Zemi přitahován tři tisíce šestsetkrát menší ( $1/3\ 600$ ) silou než jablko. Ale moment! Jestliže Měsíc a jablko na opravdu vysokém stromě k Zemi přitahuje stejná věc, neměla by obě tělesa pociťovat stejně velkou sílu?

Newton se vrátil k matematice. Věděl, že vzdálenost od středu Země ke středu Měsíce je šedesátkrát větší než vzdálenost od středu Země ke středu jablka. Jestliže se domníval správně a opravdu předměty přitahuje stejná síla, bude nepřímě úměrná druhé mocnině vzdálenosti mezi nimi. Jinými slovy, tělesa, která jsou od sebe dvakrát dál, budou přitahována 0,25násobkem síly.



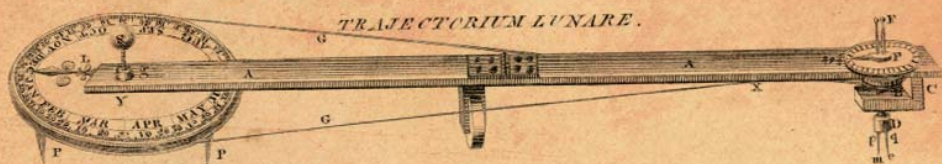
*Newtonova houpačka je nástroj, který dokazuje zachování hybnosti a energie.*

## O Měsici a dělové kouli

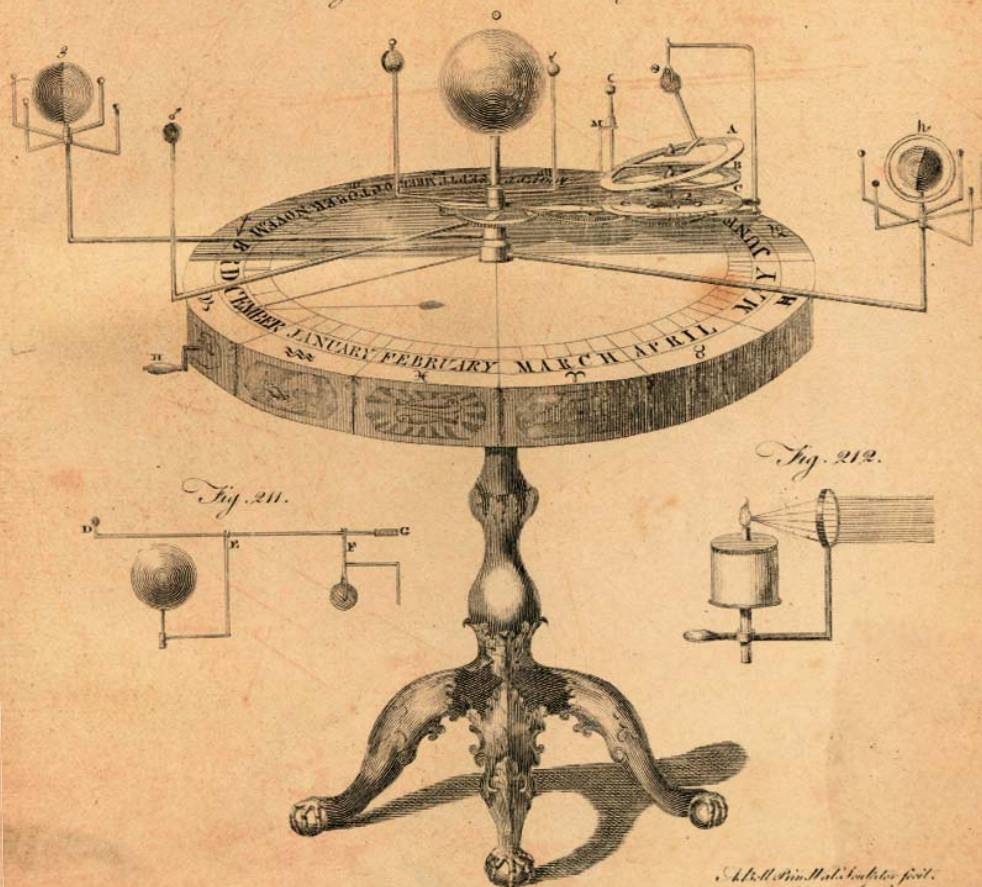
Představte si dělovou kouli vodorovně vystřelenou z vrcholu hory. Dolů začne padat hned po výstřelu, ale zároveň se bude vzdalovat od hory, takže na zem dopadne kousek dál od kanonu. Kdyby se do kanonu naložilo dvakrát více střelného prachu, trajektorie koule by byla plošší a koule by přistála o něco dál. Za jistých podmínek, kdyby se dělo naložilo dostatečným množstvím prachu, by nebylo možné arčít, kam koule dopadne, aniž by se zohlednilo zaoblení Země. Během první vteřiny dělová koule urazí asi pět metrů. Země se každých osm kilometrů zaobluje asi o pět metrů. Kdyby se tedy dělová koule vystřelila takovou silou, aby urazila osm kilometrů za vteřinu, bude po jedné vteřině stejně vysoko nad Zemí, jako byla na začátku. A protože poletí stále stejnou rychlostí (za předpokladu, že se nachází nad atmosférou, kde není žádné tření), nikdy nespadne a bude obíhat kolem Země – stejně jako Měsíc!

Měření a převážení dělových koulí v osmnáctém století.





*Fig. 210. PLANETARIUM by Jones.*



Hvězdářské modely, konkrétně oběh Měsíce kolem Země a planetostroj Williama Jonese z roku 1797.

## PRINCIPIE

Podle zákona univerzální gravitace je síla gravitační přitažlivosti na obloze stejná jako na Zemi. Odhalením této teorie Newton ukázal, že vesmír vytváří určitý systém, a že když zjistíme, jak to funguje na Zemi, zjistíme, i jak to funguje všude jinde. Matematickým propojením pohybu padajícího plodu a pohybu rotujících planet vytvořil filosofický most mezi nebem a Zemí. Roku 1687 konečně vydal knihu *Philosophiae naturalis principia mathematica*, zkráceně *Principia*, ve které své poznatky popsal, a svět již nikdy nebyl jako dřív.

Kdyby ho náhoda neodsoudila k dlouhým dnům v ovocném sadu, možná by svůj talent uplatnil při řešení jiných problémů. Na pochopení toho, že fyzikální zákony platí po celém vesmíru, by si tak svět musel ještě nějakou dobu počkat.

## KARANTÉNA A IZOLACE

V Newtonových objevech hrála zcela jistě roli náhoda. Anglii se neúprosně šířil mor a mařil veškerou činnost, která vyžadovala shromažďování lidí. Obchod, zábava, diplomacie i vzdělávání tím trpěly. Aby se totiž zpomalilo šíření epidemií, které v průběhu staletí postupně propukaly a zabíjely miliony lidí, nařizovala se karanténa a izolace. Nebýt moru, nebyl by Newton nikdy odsouzen k izolaci strávené se svými myšlenkami v ovocném sadu. Znamenalo by to ale, že k objevu nedojde?

## NEWTON VS. HOOKE

Velký podíl na Newtonově slávě měl i jeden jeho charakterový rys: Newton byl hašteřivec.

Přírodní filosofové té doby se zoufale snažili vysvětlit princip fungování světa, který je obklopuje, a pohyb planet nebyl výjimkou. Newton nebyl sám. Když se jeden z předních anglických vědců, Robert Hooke, začal pyšnit tím, že objevil gravitační zákon, reagoval na to Newton slovy, že se tím vlastně „nic nevysvětluje. Mě napadly lepší věci už před lety, když jsem v zahradě pozoroval jabloně“. Když ho Hooke popíchl slovy „dokaž to“, nemohl se Newton ubránit nutkání mu to vpálit do obličeje. A tak své poznatky konečně propracoval do finální a formální podoby a s více než dvacetiletým zpožděním sepsal *Principia*. Spolu s Newtonovým neobyčejným géniem a náhodou, která ho donutila strávit dva roky osamělým hloubáním a experimentováním, je tedy možná za jeho slávu zodpovědná i jeho bojovná povaha.



VLAVO: Robert Hooke, anglický vědec, autor Mikrografie (1665), ve které zveřejnil výsledky svých mikroskopických výzkumů.

VPRAVO: Isaac Newton, rytina z roku 1856.